

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2003-141873
(P2003-141873A)

(43) 公開日 平成15年5月16日 (2003.5.16)

| (51) Int.Cl. ⁷ | 識別記号 | F I | テ-マコード* (参考) |
|---------------------------|-------|---------------|--------------|
| G 1 1 C 11/14 | | G 1 1 C 11/14 | Z 5 F 0 8 3 |
| | 11/15 | 11/15 | |
| H 0 1 L 27/105 | | H 0 1 L 43/08 | Z |
| 43/08 | | 27/10 | 4 4 7 |

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2001-339468 (P2001-339468)

(22) 出願日 平成13年11月5日 (2001.11.5)

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝
東京都港区芝浦一丁目1番1号

(72) 発明者 西山 勝哉

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株
式会社東芝研究開発センター内

(72) 発明者 斉藤 好昭

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株
式会社東芝研究開発センター内

(74) 代理人 100075812

弁理士 吉武 賢次 (外4名)

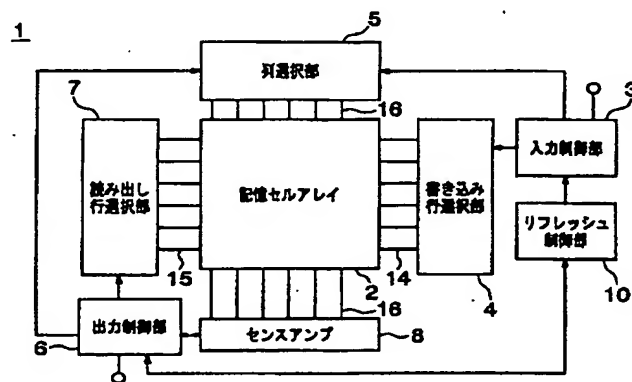
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁気記憶装置

(57) 【要約】

【課題】 磁化自由層の磁化緩和に伴う出力低下を可及的に抑制することを可能にし、誤動作が生じるのを抑制することを可能にする。

【解決手段】 磁気抵抗効果素子 6 1 を有する記憶セル 6 0 を複数個備えた記憶セルアレイ 2 を有する磁気記憶装置において、記憶セルに格納された情報を読み出し、この読み出した情報をその直後に再書き込みするリフレッシュ動作を行うリフレッシュ制御部を備えている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】磁気抵抗効果素子を有する記憶セルを複数個備えた記憶セルアレイを有する磁気記憶装置において、前記記憶セルに格納された情報を読み出し、この読み出した情報をその直後に書き込みするリフレッシュ動作を行うリフレッシュ制御部を備えたことを特徴とする磁気記憶装置。

【請求項2】前記リフレッシュ動作は、前記情報を所定時間間隔で読み出して行うことを特徴とする請求項1記載の磁気記憶装置。

【請求項3】前記リフレッシュ動作は、前記記憶セルアレイの所定の記憶セルに格納された情報を所定時間間隔で読み出し、この読み出した出力に基づいて行うことを特徴とする請求項1記載の磁気記憶装置。

【請求項4】リフレッシュの要・不要を判定するための、リフレッシュモニターセルを有するリフレッシュモニターセルアレイと、前記リフレッシュモニターセルに格納された情報を所定時間間隔で読み出すリフレッシュモニター部とを更に備え、前記リフレッシュ制御部は、前記リフレッシュモニター部の出力に基づいて前記リフレッシュ動作を行うことを特徴とする請求項1記載の磁気記憶装置。

【請求項5】前記磁気抵抗効果素子は、強磁性トンネル接合磁気抵抗効果素子であることを特徴とする請求項1乃至4のいずれかに記載の磁気記憶装置。

【請求項6】前記所定時間間隔は、100000秒よりも長いことを特徴とする請求項2乃至5のいずれかに記載の磁気記憶装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、磁気記憶装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、磁気ランダムアクセスメモリ（以下、MRAM (Magnetic Random Access Memory) と云う）が高速動作、大容量、不揮発性を特徴とする次世代メモリ装置として注目されている。MRAMとは、情報の記憶セル部に磁気抵抗効果を持つ磁気抵抗効果素子を用いたメモリ装置のことである。磁気抵抗効果とは、強磁性体に磁場を印加すると強磁性体の磁化の向きに応じて電気抵抗が変化する現象である。こうした強磁性体の磁化の向きを情報の記録に用い、それに対応する電気抵抗の大小で情報を読み出すことにより、磁気記憶装置として動作させることができる。

【0003】最近、2つの強磁性層の間に絶縁層（トンネルバリア層）を挿入したサンドイッチ構造を含む強磁性トンネル接合において、トンネル磁気抵抗効果（TMR効果）により20%以上の磁気抵抗変化率が得られることが知られるようになった（J. Appl. Phys., 79, 4724 (1996) 参照）。このことを

きっかけとして、この効果を利用した強磁性トンネル接合磁気抵抗効果素子（以下、TMR素子とも云う）を用いたMRAMが期待と注目を集めている。

【0004】MRAMにTMR素子を用いる場合、トンネルバリア層を挟む二つの強磁性層のうち、一方を磁化の向きが変化しないように固定した磁化固着層とし、もう一方を磁化の向きが変化しやすい磁化自由層とする。磁化固着層と磁化自由層の磁化の向きが平行な状態と反平行な状態を2進情報の“0”と“1”に対応付けることで情報を記憶することができる。記録情報の書き込みは、TMR素子近傍に設けられた書き込み配線に電流を流すことにより発生する磁場（電流磁場）により磁化自由層の磁化の向きを反転させることにより行う。また、記録情報の読み出しは、TMR効果による抵抗変化分を検出することにより行う。従って、TMR素子にはMR比が大きいこと以外に、磁化固着層の磁化反転が困難であることと磁化自由層の磁化反転が容易であることが要求される。磁化固着層の磁化の向きを固定するためには、磁化固着層となる強磁性層に接するように反強磁性層を設けて磁化の向きを固定するという方法が用いられ、このような構造をスピンバルブ型構造と呼ばれている。一方、磁化自由層には保磁力の小さな軟磁性材料を用いる方法や、薄層化して保磁力を小さくする方法が用いられている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところで、一般に、単磁区構造をもつ強磁性体粒子の体積が小さくなると、その異方性エネルギーが小さくなるため、熱擾乱などの影響で磁化の大きさの緩和現象が容易に起こるようになる。あるいはまた、外部擾乱として強磁性体に微弱な磁場等が印加されると、やはり磁化の大きさの緩和が起こる。これらのような磁化緩和がTMR素子の磁化自由層に起こると、出力電圧の低下を引き起こすため、磁気記憶装置としての誤動作が起こりうる。例えば、MRAMの集積度が上がり、記憶セル部のサイズが小さくなると、これにあわせて磁化自由層の体積も小さくなるため、上述の磁化緩和が起こりやすくなる。あるいは、書き込み動作時に選択セルと同一ワード線上にある非選択セルにも書き込み電流により発生した磁場が印加されるため、磁化反転こそしないものの磁化緩和は起こる。このように、MRAMを放置していても動作させていても、磁化自由層において磁化緩和が発生し、これを容認しておくとは磁気記憶装置として誤動作するという問題が発生する。

【0006】本発明は、上記事情を考慮してなされたものであって、誤動作が生じるのを可及的に抑制する磁気記憶装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明の磁気記憶装置は、磁気抵抗効果素子を有する記憶セルを複数個備えた

3

記憶セルアレイを有する磁気記憶装置において、前記記憶セルに格納された情報を読み出し、この読み出した情報をその直後に再書き込みするリフレッシュ動作を行うリフレッシュ制御部を備えたことを特徴とする。

【0008】なお、前記リフレッシュ動作は、前記情報を所定時間間隔で読み出して行うことが好ましい。

【0009】なお、前記リフレッシュ動作は、前記記憶セルアレイの所定の記憶セルに格納された情報を所定時間間隔で読み出し、この読み出した出力に基づいて行っても良い。

【0010】なお、リフレッシュの要・不要を判定するための、リフレッシュモニターセルを有するリフレッシュモニターセルアレイと、前記リフレッシュモニターセルに格納された情報を所定時間間隔で読み出すリフレッシュモニター部とを更に備え、前記リフレッシュ制御部 *

$$t_{95\%} = \frac{1}{f_0} \ln(0.95) \cdot \exp(E_B/k_B T) \quad \dots (1)$$

ここで E_B はエネルギー障壁、 $k_B T$ は熱エネルギー、 f_0 は物質によって決まる試行関数で、Co合金の場合 f_0 は、ほぼ 10^9 [Hz]程度である。ここで例えば、1 Gbit級のMRAMを想定し、最小スケールの $0.07 \mu\text{m}$ 幅の記憶セル部に相当する強磁性体粒子（簡単のため $70 \text{ nm} \times 70 \text{ nm} \times 2 \text{ nm}$ の直方体とした）の磁化緩和時間 $t_{95\%}$ を計算してみると、およそ 1.0×10^5 秒が得られる。ただし、計算に際し、記憶セルの形状に起因した反磁界の効果を含めた実効的な磁気異方性係数 K_{eff} を $1.5 \times 10^4 \text{ J/m}^3$ とし、単磁区のエネルギー障壁 E_B は $E_B = K_{\text{eff}} V$ から求めた。これらのことから、このような微小な記憶セルを有するMRAMにおいては、各セル部のTMR素子の出力低下を防ぐために、 1.0×10^5 秒に1回磁化自由層の磁化を緩和されていない状態に戻す必要がある。この動作がリフレッシュ動作であり、元の情報が“0”か“1”であるかを読み出す動作と、読み出した情報を再度書き込むという動作を行う。このリフレッシュ動作を行う場合、全ての記憶セルについて決められた時間間隔でリフレッシュ動作を行う方法もあるが、あらかじめモニター用のセルを決めておき、このセルの出力の変化をある時間間隔で調べ、基準を超えたところで他のセルのリフレッシュ動作を行うほうが、書き込みに消費する電力が少ないという利点がある。

【0016】外部擾乱として磁場が印加された場合、式(1)の E_B が小さくなることになるため、セル幅が大きくても緩和時間が小さな値として得られるため、やはり同様な定期的なリフレッシュ動作が必要となる。

【0017】以上が、MRAMにおいてリフレッシュ動作を行うという本発明の原理である。

【0018】次に、本発明の実施形態を、図面を参照して説明する。

【0019】（第1実施形態）本発明による磁気記憶装置の第1実施形態の構成を図1に示す。この実施形態の磁気記憶装置1はMRAMであって、記憶セルアレイ2

4

*は、前記リフレッシュモニター部の出力に基づいて前記リフレッシュ動作を行っても良い。

【0011】なお、前記磁気抵抗効果素子は、強磁性トンネル接合磁気抵抗効果素子であっても良い。

【0012】なお、前記所定時間間隔は、 100000 秒よりも長いことが好ましい。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態に係る磁気記憶装置について、より詳細に説明する。

【0014】まず、本発明の原理について説明する。単磁区構造をもつ強磁性体の磁化緩和時間について考える。この場合、磁化容易方向の磁化が95%に減少するまでに要する緩和時間は、Neel-Arrhenius model (Ann. Geophys., Vol. 5, p. 99, 1949) から、次式で与えられる。

【0015】

$$\dots (1)$$

と、入力制御部3と、書き込み行選択部4と、列選択部5と、出力制御部6と、読み出し行選択部7と、センスアンプ8と、リフレッシュ制御部10とを備えている。

【0020】記憶セルアレイ2は、それぞれがTMR素子と選択トランジスタとを有する複数の記憶セル（図示せず）がマトリクス状に配置された構成となっている。また、記憶セルアレイ2は、複数の書き込み用ワード線14と、複数の読み出し用のワード線15と、複数のビット線16とを更に有している。

【0021】図5を参照して、TMR素子61と選択トランジスタ66とを有する記憶セル60の構成を説明する。シリコン基板69に、ゲート電極66a、ドレイン領域66b、ソース領域66cを有する選択トランジスタ（MOSトランジスタ）66が形成されている。ゲート電極66aは読み出し用のワード線として用いられる。ゲート電極上には絶縁層68および書き込み用のワード線67が形成されている。MOSトランジスタ66のドレイン領域66bには絶縁層68に埋め込まれた接続プラグ65が接続され、この接続プラグ65上にはTMR素子62の下部電極63が設けられている。この下部電極63上の、書き込み用のワード線67の上方に対応する位置に、TMR素子61が形成されている。また、このTMR素子61の後述する上部電極はビット線62として用いられる。同じ列に配置された記憶セル60のTMR素子61の上部電極は、同一のビット線62となるように構成されている。なお、上部電極とビット線62とを各々、異なるように形成しても良い。また、同じ行に配置された記憶セル60の選択トランジスタ66のゲート66aは同一の読み出し用ワード線となるように構成されている。なお、ゲート66aと読み出し用ワード線とを各々、異なるように形成しても良い。なお、ソース領域66cには所定の電位（例えば、接地電位）が印加される。

【0022】次に、本実施形態に用いられたTMR素子

5

61の一具体例の構成を、図4を参照して説明する。このTMR素子61は、磁化自由層の上下にそれぞれトンネルバリア層および磁化固着層が形成された二重トンネル接合を有するデュアルスピンバルブ型のTMR素子である。このTMR素子は、図4に示すように、Taからなる下部電極41（図5では、下部電極63）上に高真空スパッタリングにより積層されたTMR積層膜を、所定の形状にエッチング加工することにより作製したものである。このTMR積層膜の積層構造は、下部電極41上に形成されたRuからなるバッファ層42と、このバッファ層42上に形成されたIr-Mnからなる第1反強磁性層43と、この第1反強磁性層43上に形成されたCo₆Fe₄からなる第1磁化固着層54と、この第1磁化固着層54上に形成されたAl₂O₃からなる第1トンネルバリア層45と、この第1トンネルバリア層45上に形成された、厚さ2nmのCo₃Fe₄Ni₃からなる磁化自由層46と、この磁化自由層46上に形成されたAl₂O₃からなる第2トンネルバリア層47と、この第2トンネルバリア層47に形成されたCo₆Fe₄からなる第2磁化固着層48と、この第2磁化固着層48上に形成されたIr-Mnからなる第2反強磁性層49と、この第2反強磁性層49上に形成されたTaからなる表面保護層50と、から構成される。なお、表面保護層50上には上部電極51（図5ではビット線62）が形成されている。

【0023】記憶セル60のエッチング加工は、フォトリソグラフィによるマスク形成と異方性ドライエッチングである反応性イオンエッチング（RIE）を用いて行っており、そのセル形状は幅0.07μm、長さ0.14μmの長方形である。この記憶セル60は、図5に示すように、ビット線ともなる上部電極51と上面で接続しており、側壁はSiO₂からなる層間絶縁膜68で覆われている。

【0024】次に、再び図1に戻り、第1実施形態の構成及び作用を説明する。

【0025】記憶セルアレイ2の所定の記憶セルにデータを書き込む場合は、入力制御部3によって、書き込み行選択部4と列選択部5が制御される。すると、上記所定の記憶セルのアドレスに対応する書き込み用ワード線14（図5では、書き込み用ワード線67）およびビット線16（図5では、ビット線62）が、書き込み行選択部4および列選択部5によってそれぞれ選択される。このとき、選択された書き込み用ワード線14およびビット線16にそれぞれ所定の電流を流すことにより、上記所定の記憶セル内のTMR素子の磁化自由層の磁化の向きが、書き込もうとするデータに対応したものとなる。

【0026】一方、記憶セルアレイ2の所定の記憶セルからデータを読み出す場合は、出力制御部6によって、読み出し行選択部7と列選択部5が制御される。する

6

と、上記所定の記憶セルのアドレスに対応する読み出し用ワード線15（図5では、読み出し用ワード線66a）およびビット線16が、読み出し行選択部7および列選択部5によってそれぞれ選択される。このとき、上記所定の記憶セル60内の選択トランジスタ66がオンし、選択されたビット線16に所定の電流を流すことにより、選択されたビット線62、TMR素子61、下部電極63、接続プラグ65、選択トランジスタ66のソース66cおよびドレイン66bに電流が流れる。このときビット線に発生する電圧値は、上記所定の記憶セルに格納されたデータに対応した値となり、この値をセンスアンプ8によって検知増幅し、出力制御部6を介して外部に出力する。

【0027】リフレッシュ制御部10は、一定時間間隔で、入力制御部3および出力制御部6にリフレッシュ動作命令を送出する。リフレッシュ動作命令が送出されると、まず、出力制御部6から、読み出しアドレスが出力されて、この読み出しアドレスに対応する記憶セルが読み出し行選択部7および列選択部5によって選択され、上記記憶セルからデータがセンスアンプ8によって読み出される。この読み出されたデータは、上記読み出しアドレスとともに、出力制御部6を介して、リフレッシュ制御部10に送られる。この送られてきたデータおよびアドレスはリフレッシュ制御部10から入力制御部3に送られる。すると、上記アドレスに対応する記憶セルが書き込み行選択部4および列選択部5を介して、入力制御部3によって選択されるとともに、上記データが上記アドレスに対応する記憶セルに書き込まれることになる。このリフレッシュ動作は全てのアドレスの記憶セルに対して行われる。

【0028】本実施形態では、1000時間から1200時間で記憶セルのリフレッシュ動作を行っている。このようなリフレッシュ動作を行うことにより、この実施形態のMRAMでは加速寿命試験において、85℃の環境温度で10年間の保証寿命を得ることができた。

【0029】以上説明したように、本実施形態によれば、リフレッシュ動作を行うことが可能となり、磁化自由層の磁化緩和に伴う出力低下を可及的に抑制することができ、誤動作が生じるのを抑制できる。

【0030】（第2実施形態）次に、本実施形態による磁気記憶装置の第2実施形態の構成を図2に示す。この実施形態の磁気記憶装置1Aは、図1に示す第1実施形態の磁気記憶装置1において、リフレッシュ制御部10の代わりにリフレッシュ制御部10Aを設けるとともに、出力判定部11を新たに設けた構成となっている。

【0031】本実施形態においては、リフレッシュモニターセル、すなわちリフレッシュの要・不要を判定するためのモニターセルとして、記憶セルアレイ2中で、書き込み及び読み出し時の外部電流磁界の影響を最も受ける場所（例えば、記憶セルアレイ2の中央部付近）の記

7

憶セル2aが予め設定されている。

【0032】そして、本実施形態においては、出力判定部11から一定時間毎に、リフレッシュモニターセル2aに格納されたデータを読み出す命令が出力制御部6に送出される。すると、第1実施形態で説明したように、出力制御部6によって、読み出し行選択部7および列選択部5が制御され、リフレッシュモニターセル2aからデータがビット線に読み出される。この読み出された出力電圧は、センスアンプ8によって検知増幅され、出力制御部6を介して出力判定部11に送られる。この読み出された出力電圧は、出力判定部11において、基準値（例えば、初期値の95%）と比較され、基準値を下回った場合は、出力判定部11から、リフレッシュ制御部10Aにリフレッシュ動作指令が出力される。すると、リフレッシュ制御部10Aから、入力制御部3および出力制御部6にリフレッシュ動作命令が送出され、第1実施形態で説明したようなリフレッシュ動作が行われる。

【0033】この第2実施形態の磁気記憶装置も、第1実施形態の磁気記憶装置と同様に、リフレッシュ動作を行うことが可能となり、磁化自由層の磁化緩和に伴う出力低下を可及的に抑制することができ、誤動作が生じるのを抑制できる。

【0034】なお、第2実施形態においては、リフレッシュモニターセルとして、記憶セルアレイ2内の通常の記憶セルを用いたが、リフレッシュモニター専用の記憶セルを記憶セル内に設けても良い。設ける場所は、書き込み及び読み出し時の外部電流磁界の影響を最も受ける場所（例えば、記憶セルアレイ2の中央部付近）が好ましい。この場合、リフレッシュモニター専用の記憶セルのための読み出し用ワード線、書き込み用ワード線、およびビット線を新たに設ける必要がある。

【0035】（第3実施形態）次に、本発明による磁気記憶装置の第3実施形態の構成を図3に示す。この第3実施形態の磁気記憶装置1Bは、図1に示す第1実施形態の磁気記憶装置1において、リフレッシュ制御部10の代わりに、リフレッシュ制御部10Bを設けるとともに、リフレッシュモニター部20を新たに設けた構成となっている。

【0036】リフレッシュモニター部20は、リフレッシュモニターセルアレイ22と、モニター制御部23と、書き込み制御部24と、書き込み列選択部25と、書き込み行選択部26と、読み出し制御部27と、出力判定部28と、を備えている。このリフレッシュモニター部20は、リフレッシュの要・不要を判定するために、記憶セルアレイとは別に設置するモニター専用の領域である。

【0037】リフレッシュモニターセルアレイ22は、2進情報の“0”状態を記憶したモニターセル22a、2進情報の“1”状態を記憶した22bおよびダミーセル（図示せず）を有している。ダミーセルは書き込み用

8

のワード線とビット線との交差のみで構成されており、2つのモニターセル22a、22bそれぞれの周囲を取り囲むように配置されている。

【0038】リフレッシュモニター部20の動作には3つのモードがあり、1つ目はダミーセルに書き込みを行う仮想書き込みモード、2つ目はモニターセル22a、22bの出力を読み出すモニターモード、3つ目はモニターセル22a、22bの出力を初期値に戻すために再書き込みをするリセットモードであり、モードの切り替えはモニター制御部23が行う。

【0039】仮想書き込み動作モードでは、任意のダミーセルに対しランダムに書き込みを行う。この書き込みは、モニター制御部23から書き込み制御部24に書き込み指令が出され、この書き込み指令に基づいて、書き込み制御部24が書き込み行選択部26および書き込み列選択部25を制御することによって行われる。仮想書き込みモードを一定時間行った後、モニター制御部23によって、モードがモニターモードに切り替えられ、モニター制御部23から、読み出し制御部27に読み出し指令が送られる。すると、読み出し制御部27によってモニターセル22a、22bの読み出しが行われ、モニターセル22a、22bの出力が出力判定部28で判定される。出力が基準値（例えば初期値の90%）を下回るまではこの2つのモードを繰り返すが、基準値を下回った場合は、モニター制御部23からリフレッシュ制御部10へリフレッシュ動作指令が出力されるとともにリセットモードを行い、再び仮想書き込みモードに戻る。

【0040】なお、リフレッシュ制御部10Bによるリフレッシュ動作の制御は第1実施形態の場合と同様に行われる。

【0041】本実施形態においては、リフレッシュモニターセルアレイ22には、“0”状態を記憶したセル22aと、“1”状態を記憶したセル22bとがそれぞれ1つずつ存在し、リフレッシュモニター周期100時間でそれぞれの出力電圧がモニターされている。このようなセル22bの出力電圧 V_{M1} の時間経過（MRAM動作時）を図6に示す。ここでは、1000時間から1200時間で全セルのリフレッシュ動作を行っている。このようなリフレッシュ動作を行うことにより、このMRAMにおいては、加速寿命試験において、85℃の環境温度で10年間の保証寿命を得ることができた。

【0042】以上、説明したように、本実施形態によれば、記憶セルアレイ2と独立に特殊なモニターセル22a、22bを設けることで、厳しい条件下での出力をモニターすることができ、マージンの大きい誤動作防止機能が得られる。また、本実施形態も第1実施形態の磁気記憶装置と同様に、リフレッシュ動作を行うことが可能となり、磁化自由層の磁化緩和に伴う出力低下を可及的に抑制することができ、誤動作が生じるのを抑制でき

【0043】なお、上記第1乃至第3実施形態においては、磁気抵抗効果素子として、強磁性トンネル接合磁気抵抗効果素子（TMR素子）を用いて説明したが、本発明は、これに限られるものではなく、他の磁気抵抗効果素子を用いても良い。

【0044】なお、リフレッシュ制御部は、磁気記憶装置が形成されたチップ内にあっても、チップ外にあっても、同じ機能を有しているならば、どちらでも良い。

【0045】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、定期的なリフレッシュ動作を行うことが可能となり、磁化自由層の磁化緩和に伴う出力低下を可及的に抑制することができ、誤動作が生じるのを抑制できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による磁気記憶装置の第1実施形態の構成を示すブロック図。

【図2】本発明による磁気記憶装置の第2実施形態の構成を示すブロック図。

【図3】本発明による磁気記憶装置の第3実施形態の構成を示すブロック図。

【図4】本発明に係る記憶セルに用いられる磁気抵抗効果素子の一具体例の構成を示す断面図。

【図5】本発明に係る記憶セルの構成を示す断面図。

【図6】第3実施形態に用いられるモニターセルの出力電圧の時間経過を示すグラフ。

10

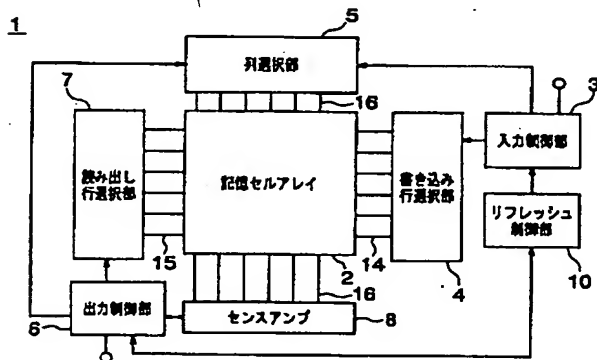
20

*

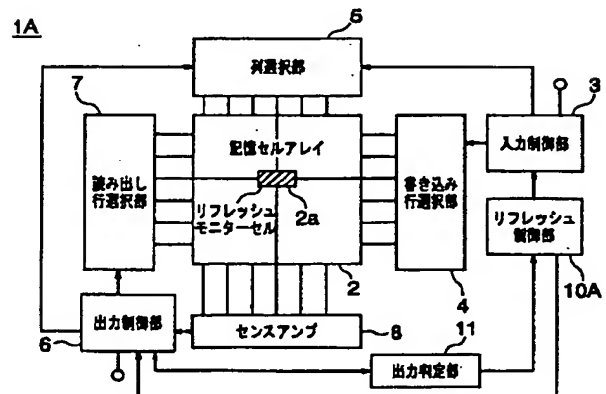
* 【符号の説明】

- 1、1A、1B 磁気記憶装置
- 2 記憶セルアレイ
- 2a リフレッシュモニターセル
- 3 入力制御部
- 4 書き込み行選択部
- 5 列選択部
- 6 出力選択部
- 7 読み出し行選択部
- 8 センスアンプ
- 10、10A、10B リフレッシュ制御部
- 14 書き込みワード線
- 15 読み出しワード線
- 16 ビット線
- 20 リフレッシュモニター部
- 22a、22b リフレッシュモニターセル
- 23 モニター制御部
- 24 書き込み制御部
- 25 書き込み列選択部
- 26 書き込み行選択部
- 27 読み出し制御部
- 28 出力判定部
- 60 記憶セル
- 61 磁気抵抗効果素子

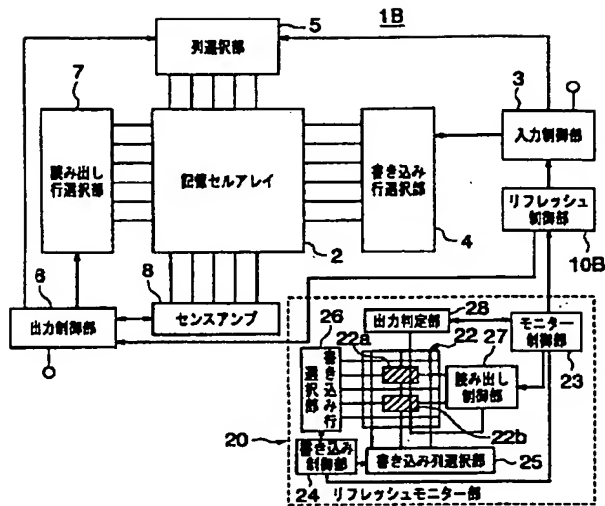
【図1】



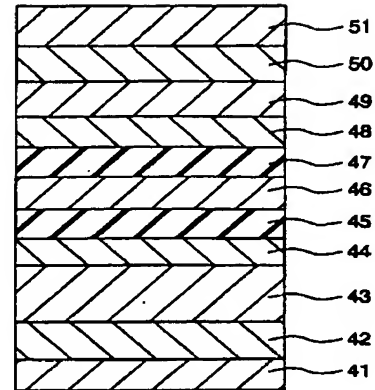
【図2】



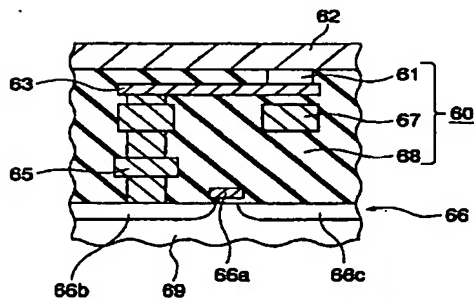
【図3】



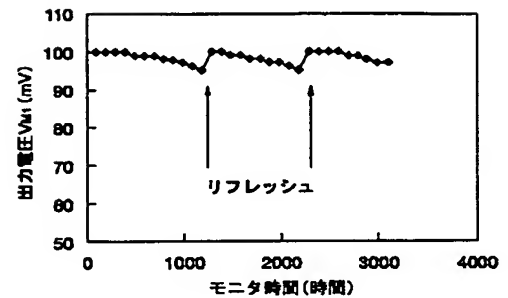
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 岸 達 也

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株
式会社東芝研究開発センター内

(72)発明者 高 橋 茂 樹

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株
式会社東芝研究開発センター内

(72)発明者 天 野 実

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株
式会社東芝研究開発センター内

(72)発明者 與 田 博 明

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株
式会社東芝研究開発センター内

Fターム(参考) 5F083 FZ10 JA60 LA10 MA06 MA19
PR03